

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 626 385** ⁽¹³⁾ **C1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
[G21F 9/16 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: может прекратить свое действие (последнее изменение статуса: 29.10.2018)

(21)(22) Заявка: [2016125707](#), 27.06.2016(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.06.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.06.2016

(45) Опубликовано: [26.07.2017](#) Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2374706 C1, 27.11.2009. KZ 25346
A4, 20.12.2011. SU 1435057 A1, 30.10.1993.
GB 2164265 A, 19.03.1986. US 4847007 A1,
11.07.1989.

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,
УрФУ, Центр интеллектуальной
собственности, Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):

Попов Александр Ильич (RU),
Щеклеин Сергей Евгеньевич (RU)

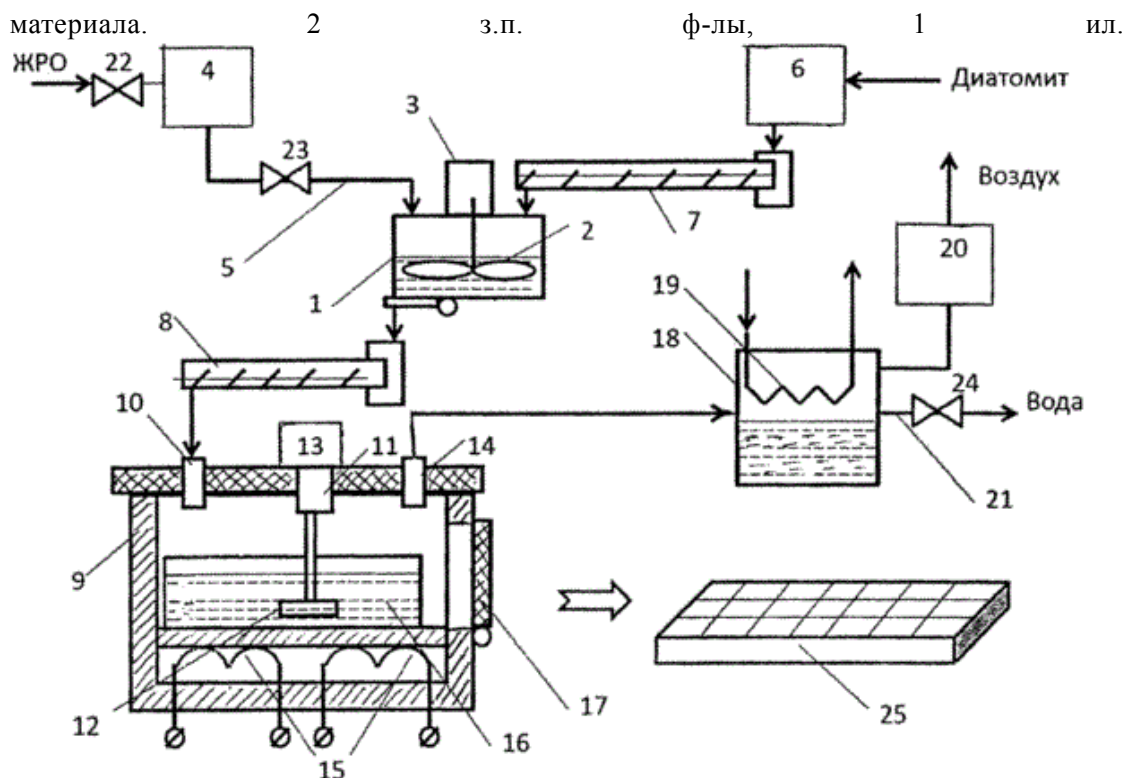
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ОТВЕРЖДЕНИЯ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к методам отверждения жидких радиоактивных отходов. Установка для отверждения жидких радиоактивных отходов содержит контейнер с перемешивающей мешалкой, узлы подачи ЖРО и наполнителя. Контейнер соединен с узлом подачи ЖРО трубопроводом, с узлом подачи наполнителя через винтовой питатель. Контейнер соединен дополнительно установленным винтовым питателем с термостатированной технологической емкостью, в крышке которой размещен патрубок ввода раствора наполнителя, преимущественно диатомита, патрубок ввода излучателя подключаемой ультразвуковой станции и патрубок вывода газа и паров жидкости. В полости дополнительной емкости смонтирован двухрежимный ТЭН, внутри нее установлен съемный поддон. В верхней газовой части конденсатора подключены ферроцианидные или аэрозольные фильтры, а в его нижней части - вентиль для отвода конденсата жидкости. Изобретение позволяет заменить цемент на диспергированный диатомит, обладающий высокими параметрами связующего



В литературе [1] известно, что «...только включение радиоактивных отходов в твердые матрицы при условии получения монолитной структуры обеспечивает надежную защиту окружающей среды. Наиболее распространенными методами отверждения жидких радиоактивных отходов низкой и средней активности являются цементирование и битумирование, высокой активности - остекловывание и включение в керамические формы...».

Там же [1] в разделе 3.5 указывается, что достоинством керамики является ее термодинамическая стабильность и более высокая гидротермальная и радиационная стойкость.

К новым формам отверждения отходов относятся стеклокерамика, керметы, витромет, суперкальцинаты и синрок. Однако эти методы отверждения достаточно дороги. В настоящей заявке предлагается устройство отверждения жидких радиоактивных отходов (ЖРО) с использованием в качестве наполнителя кремнезема, преимущественно диатомита, подвергнутого в растворе ультразвуковой обработке, последующей сушке и обжигу, что при существующих технологиях, подобных цементированию, представляет возможность получать новые виды дешевых керамических изделий, имеющих выходную продукцию со значительно меньшими габаритами и объемами по сравнению с цементированием.

Известно «Смесительное устройство для приготовления цементного раствора на основе радиоактивных отходов» [2], предназначенное для переработки ЖРО методом отверждения.

Устройство содержит герметичную емкость, включая расположенную на вертикальном валу мешалку, патрубки ввода цемента в качестве наполнителя, патрубки ввода твердых добавок, жидкорadioактивных отходов, дезактивирующего раствора и дополнительную мешалку с подвижным крепежным устройством для улучшения перемешивания раствора.

Недостатком данного устройства является невозможность использования его для мелкодисперсного помола наполнителя, если вместо цемента использовать кремнезем-диатомит. Кроме того, для данной смеси не предусматривается операция обжига.

Известна «Установка цементирования жидких радиоактивных отходов» [3], относящаяся к технике обработки ЖРО с их фиксацией в устойчивой твердой среде.

Данное устройство содержит контейнер, емкость для сухого цемента (наполнитель) с добавками, узел приготовления цементного компаунда, включающий емкость для ЖРО с устройством их подачи в контейнер, перемешивающее устройство со своим приводом, причем вне защитной камеры имеется узел приготовления цементного теста, состоящий из емкости для сухого цемента, емкости для воды и дополнительного перемешивающего устройства, при этом узел приготовления цементного компаунда расположен над контейнером.

В данном устройстве также не предполагается замена цемента другим компаундом. Кроме того, в данной установке не предполагается дополнительное дробление цемента до более мелких фракций, являющихся более сильным связующим материалом. Поскольку здесь используется только цемент, то не предусмотрены также стадии обжига.

Наиболее близким устройством по технологии отверждения ЖРО является «Установка для цементирования жидких радиоактивных отходов» [4].

Установка содержит контейнер с перемешивающим устройством, узлы подачи ЖРО и цемента в качестве наполнителя, причем узел подачи ЖРО выполнен в виде дозирующей емкости, узел подачи цемента выполнен в виде емкости, снабженной сверху загрузочным боксом, а снизу роторным питателем. Контейнер устанавливается на транспортной тележке с подъемной площадкой, имеет элементы связи между узлами и пульт управления установкой.

Недостатком этой конструкции является также невозможность замены цемента другим компаундом, например диатомитом. В данной конструкции отсутствует возможность измельчения сырья на более мелкие фракции.

Кроме того, это устройство не предусматривает высокотемпературную обработку полученной композиции.

Задачей предлагаемого изобретения является устранение указанных недостатков и доработка вышеописанного устройства путем замены наполнителя - цемента наномодифицированным диатомитом в качестве связующего.

Технические преимущества заявленного технического решения по сравнению с прототипом следующие:

- произведена и обоснована замена цемента на диспергированный диатомит, обладающий высокими параметрами связующего материала;
- использована в технологии для диспергирования диатомита ультразвуковая установка;
- применена дополнительная термостатированная технологическая емкость с двухрежимным теплоэлектрическим нагревателем, позволяющим осуществлять сушку и обжиг подготовленного диатомитового теста;
- емкость оснащена патрубком для выхода газов и паров воды, соединенным с конденсатором, на верхней газовой части которого подключены ферроцианидные фильтры, а в нижней его части - вентиль для отвода воды;
- для получения более мелких фракций готового продукта (например, в виде кирпичей) в технологическую емкость размещают съемный поддон, в который устанавливают формы (решетки);
- для исключения растрескивания при обжиге диатомитового теста, в состав которого входят ЖРО с высоким содержанием органики и ионообменных смол, в диатомитовое тесто до его сушки и обжига вводят теплопроводящий материал, например, металлическую сетку и пластификатор, например, лигносульфонат натрия и бентонитовую глину.

Технические преимущества достигаются тем, что в установку для отверждения ЖРО, содержащую контейнер с перемешивающей мешалкой, управляемой электроприводом, узлы подачи ЖРО и наполнителя, выполненные в виде дозирующих емкостей, при этом контейнер соединен с узлом подачи ЖРО трубопроводом, с узлом подачи наполнителя через винтовой питатель, на уровне дна контейнера установлен дополнительный винтовой питатель, соединенный с дополнительной термостатированной технологической емкостью, в крышке которой имеются патрубки ввода раствора наполнителя, преимущественно диатомита, ввода излучателя подключаемой ультразвуковой установки, вывода газа и паров жидкости, в полости дополнительной емкости смонтирован двухрежимный ТЭН, внутри его устанавливается съемный поддон, выводимый наружу через крышку, причем к патрубку вывода газов и паров жидкостей подсоединен конденсатор, в верхней части которого подключены ферроцианидные фильтры, а в его нижней части - вентиль для отвода конденсата жидкости.

Технические преимущества достигаются также за счет получения на выходе изделий заданных размеров, например, в виде кирпичей, за счет уменьшения их растрескивания в результате наличия органики путем установки в диатомитовое тесто закладных теплопроводящих материалов, например металлической сетки, а также путем добавления в диатомитовое тесто пластификаторов.

На чертеже представлена схема работы «Установки отверждения жидких радиоактивных отходов».

Установка содержит контейнер 1 с мешалкой 2, управляемой электроприводом 3. Контейнер загружается порциями от емкости узла 4 подачи ЖРО через трубопровод 5

и порциями диатомита от емкости узла 6 подачи наполнителя через винтовой питатель 7.

Выгрузка раствора (теста) диатомита производится через дополнительный винтовой питатель 8 в термостатированную технологическую емкость 9, имеющую патрубок 10 для заливки теста диатомита, патрубок 11 - для ввода излучателя 12 ультразвуковой станции 13, патрубок 14 для выхода газа и паров жидкости, двухрежимный ТЭН 15 и съемный поддон 16 для получаемого продукта, выводимый, например, через боковую крышку 17.

К патрубку для выхода газа и пара жидкости подсоединен конденсатор 18 с теплообменником 19, причем к верхнему газовому выходу конденсатора подключены ферроцианидные или аэрозольные фильтры 20, а к нижнему - трубопровод 21 для вывода конденсата жидкости. Управление установкой осуществляется также с помощью вентилей 22, 23 и 24. Выходная керамическая продукция в виде кирпичей показана на поз. 25.

Установка работает следующим образом.

ЖРО от объекта атомной промышленности поступают через вентиль 22 на узел 4 порционной (дозированной) по объему жидкости и далее через вентиль 23 и трубопровод 5 ЖРО подаются в контейнер 1.

Узел 6 порционной (дозированной) по объему или по весу массы отмеряет расчетную порцию диатомита и подает ее через винтовой питатель 7 также в контейнер 1. Мешалка 2, работающая от электропривода 3, prepares диатомитовое тесто, которое после готовности подается через дополнительный винтовой питатель 8 и патрубок 10 в съемный поддон 16 термостатированной технологической емкости 9.

Через патрубок 11 емкости в диатомитовое тесто вводят излучатель 12 и включают ультразвуковую станцию 13. В результате воздействия УЛЗ происходит диспергирование диатомита до уровня наномодифицированной вяжущей суспензии [5], заменяющей цемент.

В работе [6] также указывается, что «...шихта на основе диатомита благодаря микро- и нанопористой структуре и многокомпонентному составу последнего, позволяет создать энергоэффективные технологии производства широкой гаммы материалов...».

Гранулометрический состав диатомита, исследованный в работе [7], показал, что диаметры его частиц колеблются от 0,5 до 50 мкм. Ультразвуковая обработка теста диатомита в поддоне 16 емкости 9 позволяет увеличить дробление более крупных частиц диатомита и выровнять его гранулометрический состав для улучшения пластичности и связующих свойств.

При ультразвуковой обработке диатомитового теста, а также в процессе последующих сушке и обжигу, выделяющиеся из него газы через патрубок 14 емкости 9 проходят далее в конденсатор 18 и на ферроцианидные фильтры 20 или другие термостойкие аэрозольные фильтры [8].

После завершения ультразвуковой обработки включается ТЭН на режим сушки, а позднее - на режим обжига. Сушку и обжиг диатомита в работе [6] рекомендуется производить при температурах 90-170°C и 800-950°C соответственно, что значительно меньше, чем требуемая температура при остекловывании материала. Это позволяет экономить электрическую энергию при реализации данной технологии.

Полученное в поддоне 16 керамическое изделие может быть по размерам поддона или в виде формованных изделий, например, в виде кирпичей 25. Для получения последних в поддон 16 устанавливают соответствующие формы до заполнения его диатомитовым тестом из контейнера 1.

Во время сушки и последующего обжига происходит активное выделение паров жидкости из емкости 9 через патрубок 14, которые осаждаются в конденсаторе 18 и затем по трубопроводу 21 и вентилю 24 удаляются наружу.

Таким образом, в предложенной установке происходит выделение основных летучих радиоактивных элементов, которые препровождаются в ферроцианидные или аэрозольные фильтры 20, а оставшиеся радиоактивные элементы запечатываются в керамику 25.

При изготовлении керамических изделий и их обжиге происходит усадка материала и его растрескивание [12]. Это происходит из-за неравномерного прогрева изделия, так как выходящие из него газы разрывают сплошность материала. Установка в съемный поддон 16 до заливки его тестом диатомита теплопроводного материала, например, металлической сетки позволяет выровнять поле температур при охлаждении изделий и исключить дефект растрескивания.

Получить готовые изделия, не разрушающиеся в условиях переменных высоких температур, позволяет также введение в диатомитовое тесто пластификатора,

например, лигносульфоната натрия и бентонитовой глины [13], а введение в диатомитовое тесто кальцината в присутствии соединений цирконийсодержащего матричного материала и соединений олова позволяет получать металлокерамику [14].

В связи с тем, что наномодифицированный диатомит является сильным связующим материалом, сорбирующим минеральные масла, предлагаемое устройство может использоваться для отверждения ЖРО, содержащих органические жидкости, в том числе с отработанными ионообменными смолами [15], что позволит уменьшить число специальных композиций трудно поддающихся обычному цементированию [16].

Предлагаемая «Установка отверждения жидких радиоактивных отходов» на основе использования наномодифицированного диатомита упрощает ряд технологических процессов, удешевляет кондиционирование ЖРО и уменьшает объемы выходной продукции после кондиционирования по сравнению с технологией цементирования.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Бекман И.Н. Радиохимия. Курс лекций. Гл. 3 «Отверждение РАО», М., 2006.
2. Варлаков А.П., Невров Ю.В. и др. смесительное устройство для приготовления цементного раствора на основе радиоактивных отходов. Патент РФ №2218619, МПК G21F 9/16.
3. Давыдов В.И., Каримов Р.С. и др. Установка цементирования жидких радиоактивных отходов. Патент РФ №2324242, МПК G21F 9/16.
4. Дмитриев С.А., Варлаков А.П. и др. Установка для цементирования жидких радиоактивных отходов. Патент РФ №2374706, МПК G21F 9/16 (прототип).
5. Инновационная инжиниринговая компания ЗАО «Атлант». Разработка технологии производства добавок из наномодифицированного диатомита для получения марок высокопрочного бетона. Тел. (8422)277-839, e-mail: go_2@atlantys.ru.
6. Субботин Р.К. Вспененные изоляционные материалы на основе аморфного кремнеземсодержащего сырья. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук, М., 2013.
7. Диатомит - кремнеземсодержащий материал для стекольной промышленности. [Электронный ресурс]. www.stromi-nn.ru.
8. Высокоэффективные термостойкие аэрозольные фильтры по разработкам ГНЦ РФ-ФЭИ. [Электронный ресурс]. www.ippe.ru.
9. Патент США US 3971732 А, 27.07.1976
10. Патент Японии JP 6331796 А, 02.12.1994.
11. Патент Германии DE 3202518 А1, 19.08.1982.
12. Фурман Р.Я. Способ изготовления керамических изделий. Авторское свидетельство СССР №341782, МПК C04B 43/06.
13. Никифоров Е.А. Сырьевая смесь для изготовления высокотемпературных теплоизоляционных изделий на основе диатомита. Патент РФ №2411219, МПК C04B 38/06.
14. Стефановский С.В., Юдинцев С.В., Дмитриев С.А. Способ включения высокоактивного концентрата трансплутониевых и редкоземельных элементов в керамику. Патент РФ №2380775, МПК G21F 9/16.
15. Варлаков А.П., Неверов Ю.В. и др. Способ цементирования жидких радиоактивных отходов, содержащих минеральные масла и/или органические жидкости, и устройство для его осуществления. Патент РФ №2317605, МПК G21F 9/16.
16. Варлаков А.П. Научное обоснование унифицированной технологии цементирования радиоактивных отходов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. ГУЛ МосНПО «Радон», М., 2011.

Формула изобретения

1. Установка для отверждения жидких радиоактивных отходов, содержащая контейнер с перемешивающей мешалкой, управляемой электроприводом, узлы подачи ЖРО и наполнителя, выполненные в виде дозирующих емкостей, при этом контейнер соединен с узлом подачи ЖРО трубопроводом, с узлом подачи наполнителя через винтовой питатель, отличающаяся тем, что контейнер соединен дополнительно установленным винтовым питателем с термостатированной технологической емкостью, в крышке которой размещен патрубок ввода раствора наполнителя, преимущественно диатомита, патрубок ввода излучателя подключаемой ультразвуковой станции и патрубок вывода газа и паров жидкости, в полости дополнительной емкости смонтирован двухрежимный ТЭН, внутри нее установлен съемный поддон, причем к патрубку вывода газа и паров жидкости подсоединен конденсатор, в верхней газовой части которого подключены ферроцианидные или

аэрозольные фильтры, а в его нижней части - вентиль для отвода конденсата жидкости.

2. Установка для отверждения ЖРО по п. 1, отличающаяся тем, что в съемный поддон емкости установлена форма для керамических изделий.

3. Установка для отверждения ЖРО по п. 1, отличающаяся тем, что в съемный поддон емкости до заливки его тестом диатомита установлена металлическая сетка.

